Z. Säugetierkunde **65** (2000) 65–75

http://www.urbanfischer.de/journals/saeugetier

ZEITSCHRIFT FÜR SÄUGETIERKUNDE
INTERNATIONAL JOURNAL OF MAMMALIAN BIOLOGY

Zur Habitatwahl der Zwillingsarten *Sorex araneus* und *S. coronatus* (Insectivora, Soricidae) in Nordwest-Deutschland

Von H. Meinig

Institut für Verhaltensphysiologie, Universität Bielefeld, Bielefeld

Eingang des Ms. 26. 01. 1999
Annahme des Ms. 30. 11. 1999

Abstract

Habitat choice of the sibling species Sorex araneus and S. coronatus (Insectivora, Soricidae) in northwestern Germany

The spatial distribution of the sibling species *Sorex araneus* and *S. coronatus* was investigated by collecting 210 animals using pitfall traps. The study site (NSG Fürstenkuhle, Northrhine-Westphalia) was situated in the northern part of the distribution area shared by the two species. For taxon determination qualitative as well as quantitative characters of the skull were used. The species showed constant differences according to preferred habitat types. *S. araneus* occurred in all age-classes during the entire hypergeic period of activity in areas characterized by a high degree of soil humidity. *S. coronatus* occurred more irregularly in these areas. Young animals searching for unoccupied territories and older non-resident animals were overrepresented in the catches. At nearby locations, where dryer conditions dominate, *S. coronatus* was observed at higher consistency. These findings were compared to those from different landscapes, including flat and hilly areas.

The small scale distribution of *S. araneus* and *S. coronatus* is dependent on the same factors found to be influential in both Switzerland and the south of Germany. In northern Germany the spatial separation of the two species is less obvious because the variations in altitudes of the landscape coupled with different climates are less than in the south. Depending on weather conditions, the same area may be occupied by one species during one year and by the other species during the following year. The distribution of the two species in general can be characterized as parapatric in the geographical area studied.

Key words: *Sorex araneus*, *S. coronatus*, ecology, morphology, spatial separation

Einleitung

Im südlichen gemeinsamen Verbreitungsgebiet der Zwillingsarten *Sorex araneus* und *S. coronatus* liegt eine klare parapatrische Verbreitung vor (z. B. Hausser 1978; Searle 1984; Hausser et al. 1985; Brünner und Neet 1991). Nur wenige Kontaktzonen wurden bisher festgestellt (Meylan 1964; López-Fuster et al. 1985; Neet 1989; Neet und Hausser 1990). Im nördlichen gemeinsamen Areal ist dagegen ihre ökologische Einnischung weiterhin unklar. Während Meinig (1991) eine relativ klare Trennung im Bergischen Land und an einigen weiteren Mittelgebirgsschwellen (Teutoburger Wald, Wiehengebirge, Rhön) beobachtete, berichten Olert (1973), Loch (1977), Hutterer und Vierhaus (1984), Mys et al. (1985), Handwerk (1987), Kulzer et al. (1993) und Berger et al. (1992) von sympatrischen Vorkommen, bei denen z. T. beide Arten an den gleichen Fallenstandorten nachgewiesen wurden.

0044-3468/00/65/02–065 $ 12.00/0

Einigkeit scheint darin zu bestehen, daß *S. araneus* eine größere Toleranz gegenüber hoher Bodenfeuchte aufweist und kontinentaler geprägte Mikroklimate bevorzugt als *S. coronatus* (Brünner und Neet 1991; Meinig 1991; Neet und Hausser 1990; Turni und Schönherr 1994). Durch welche Faktoren das Vorkommen der einen oder anderen Art im nordwestdeutschen Raum bestimmt wird, bleibt weitgehend unklar.

Bei der Bearbeitung von Kleinsäugermaterial aus Bodenfallen aus dem Naturschutzgebiet (NSG) Fürstenkuhle (NRW; Meinig 1995 a, b, 1999) wurden beide Arten festgestellt, allerdings mit Vorkommensschwerpunkten in unterschiedlichen Habitattypen. Durch eine Analyse dieses Materials und unter Einbeziehung anderer Untersuchungen soll versucht werden, die Faktoren zu ermitteln, die das Vorkommen und die ökologische Einnischung der beiden Zwillingsarten in diesem Teil ihres gemeinsamen Verbreitungsgebietes bestimmen.

Material und Methode

Untersuchungsgebiet

Das NSG Fürstenkuhle liegt im Naturraum „Westmünsterland" (Meisel 1961) (Kreis Borken, NRW; Meßtischblatt 25 000 4008/3). Das Kerngebiet bildet ein 27 ha großer Hochmoorrest mit hoher Bodenfeuchte, der seit 1942 bzw. 1965 unter Schutz steht. 1988 wurde das Schutzgebiet auf 88 ha erweitert (Glandt et al. 1990). Zuschlagsflächen waren vor allen Dingen abgetorfte und drainierte landwirtschaftliche Nutzflächen.

Das Westmünsterland weist ein atlantisch geprägtes Klima mit milden Wintern und mäßig warmen Sommern auf. Der jährliche Niederschlag liegt zwischen 700 und 800 mm mit einem Maximum im Sommer. Die mittlere jährliche Temperaturamplitude liegt bei 16 °C, die Mitteltemperatur des kältesten Monats (Januar) liegt knapp über dem Gefrierpunkt (Kürten 1977; Müller-Temme 1986).

Material

Durch das Biologische Institut Metelen wurden 1984 und 1985 Untersuchungen zur terrestrischen Ökologie des Moorfrosches (*Rana arvalis*) im NSG Fürstenkuhle durchgeführt (Büchs 1987 a, b; Hartung 1991). Hierzu wurde 1984 ein Laichgewässer mit einem ca. 220 m langen Amphibienzaun umgeben, an dem 35 Bodenfallen gestellt wurden. 1985 wurden zusätzlich zu den Fanggefäßen am Laichgewässer noch 10 „geflügelte Landfallen" (Hartung und Glandt 1988) auf dem Moorkörper installiert. Die Fallen wurden von Anfang März bis Anfang Dezember gesetzt, Kleinsäugerbeifänge liegen aus den Monaten März bis Oktober vor (Meinig 1995 a). Fallenkontrollen wurden während der Hauptwanderungsphasen des Moorfrosches von März bis Mai und von September bis November täglich durchgeführt, außerhalb dieser Zeit in 3–4 tägigem Abstand. Das tot in den Fallen vorgefundene Kleinsäugermaterial wurde in Alkohol, nach Monaten getrennt, aufbewahrt.

Zusätzlich wurden 1988 und 1989 auf landwirtschaftlichen Extensivierungsflächen östlich des Moorkörpers Untersuchungen zur Carabidenfauna mit Barberfallen durchgeführt (Schäfer et al. 1995). Als Fangflüssigkeit diente eine 4–5%ige Formollösung. 1988 wurden 45 Fallen vom 13. 05. bis 10. 10. auf 6 Maisäckern unterschiedlicher Nutzungsintensität, Maisackerbrachen und einem Moorstandort betrieben (Meinig 1995 b). 1989 wurde die Untersuchung auf Grünlandstandorten unterschiedlicher Nutzung und Nutzungsintensität mit je 12 Fallen auf 8 Flächen (160 Fallen) vom 5. 04. bis 4. 11. durchgeführt. Fallenleerungen erfolgten alle 10 Tage, angefallenes Kleinsäugermaterial wurde getrennt nach Fallenstandorten (Meinig 1999) mit Datumsangabe in 70%igen Alkohol überführt.

Während der Witterungsverlauf 1988 Niederschläge im Rahmen des langjährigen Mittels erbrachte, war das Jahr 1989 ausgesprochen niederschlagsarm und erbrachte fast 100 mm weniger Regen. Dies führte zu einem Absinken des Grundwasserspiegels, zu beobachten an der verringerten Wasserführung von Bächen und Gräben. Die Jahresmitteltemperatur lag um 1,3 °C über dem langjährigen Mittel. Die Auswirkungen von Trockenheit und erhöhter Temperatur führten dazu, daß der zweite Grasschnitt im September auf den Untersuchungsflächen nicht durchgeführt werden konnte.

Von dem in Alkohol fixierten Material wurden Hinterfuß- und Schwanzlänge gemessen, und soweit möglich, Reproduktionszustand und Geschlecht bestimmt. Die Schädel wurden mit einem Kalt-

waschmittel mazeriert (Meinig und Verwiebe 1993). Insgesamt liegen aus den 4 Untersuchungsjahren 210 Individuen der Zwillingsarten vor. Es handelt sich um 118 *S. araneus* und 92 *S. coronatus*, von 57 Individuen konnten auch Bälge konserviert werden.

Determination

Die Bestimmung erfolgte zunächst nach qualitativen Merkmalen am Unterkiefer (v. Bülow 1989). Nachfolgend wurden die Tiere nach der von Turni und Müller (1996) entwickelten Diskriminanzfunktion nachbestimmt. Die Messungen am Unterkiefer (Meßstrecken AH und AB) erfolgten mit einer digitalen Schieblehre (Mitutoyo digimatic) mit einer Genauigkeit von 0,01 mm. Es wurde ausschließlich die linke Mandibel vermessen. Die Meßstrecken am Oberkiefer wurden unter einem Binokular mit Meßeinrichtung (Zeiss GSZ) ermittelt, Meßstrecke FV bei 32facher, Meßstrecke PB bei 16facher Vergrößerung (zur Lage der Meßstrecken siehe Turni und Müller 1996).

Bei drei Tieren war der Schädel, wahrscheinlich durch Fraß anderer mitgefangener Kleinsäuger, soweit zerstört, daß nicht mehr sämtliche Meßstrecken am Oberkiefer genommen werden konnten, hier wurde ausschließlich auf die Strecken AH und AB zurückgegriffen, in diesen Fällen jedoch bei beiden Mandibelseiten.

Altersbestimmung

Die relative Altersbestimmung erfolgte nach zwei Verfahren. In Anlehnung an Conaway (1952) wurde die Länge des Incisivus im Unterkiefer sowie die Höhe von M_1 bei 32facher Vergrößerung gemessen, um metrisch erfaßbare, abnutzungsbedingte Größenreduzierungen zur Altersbestimmung heranzuziehen. Auch hier wurde ausschließlich die linke Mandibel betrachtet. Als zweites Verfahren wurde auf die auf Abnutzungsstadien des gesamten Gebisses beruhende Methode von Spitzenberger (1978) zurückgegriffen, die eine Einteilung von Altersklassen ermöglicht. Die einzelnen Altersklassen bedeuten: 1 – völlig unabgenutzt; 2 – Abnutzungsspuren an M^3; 3 – Hypoconid des M_3 von außen betrachtet flach und ohne rotes Pigment, M^3 weist nur noch an 2 schmalen Stellen Spuren der roten Pigmentierung auf; 4 – M^3 ganz ohne rotes Pigment, vorderer Lobus des I^1 so hoch wie hinterer; 5 – M^3 und M^2 ohne rotes Pigment, M_3 bis zu den Wurzeln abgekaut, I_1 ganz oder fast ohne rotes Pigment.

Ergebnisse

Determination

16 (7,6%) der 210 zur Verfügung stehenden Tiere wurden nach der Methode von v. Bülow (1989) fehlbestimmt. 12mal wurde *S. coronatus* als *S. araneus* bestimmt, 4mal *S. araneus* als *S. coronatus*. Auffällig war, daß es sich bei den Fehlbestimmungen zum größten Teil nicht um Tiere handelte, bei denen die Diskriminanzfunktion nahe 0 lag, d. h. deren Artzuordnung nach Turni und Müller (1996) unter Einbeziehung von Unter- und Oberkiefer eindeutig war. Den Ergebnissen nach dem Verfahren von Turni und Müller (1996) wurde Vorrang gegeben.

Im Verhältniss zu den Ergebnissen von Turni und Müller (1996) für Baden-Württemberg sind die Arten in Westfalen durch die neue Diskrimminanzfunktion weniger gut differenziert (Abb. 1). Es liegen mehrere Tiere im Bereich des trennenden 0-Punktes. Auch Turni und Müller (1996) weisen auf Größenunterschiede in Abhängigkeit vom Herkunftsort des Materials hin (vgl. auch v. Knorre 1998), halten diese aber für so gering, daß eine Anpassung der Diskriminanzfunktion nicht notwendig erscheint.

Alter

Bei der Beurteilung des Alters nach Conaway (1952) ergab sich bei einigen Tieren die Schwierigkeit, daß I_1 teilweise beidseitig abgebrochen war. Die Zahnlänge entsprach nicht dem ansonsten jungen Gesamteindruck des Gebisses. Die Länge von I_1 wurde daher

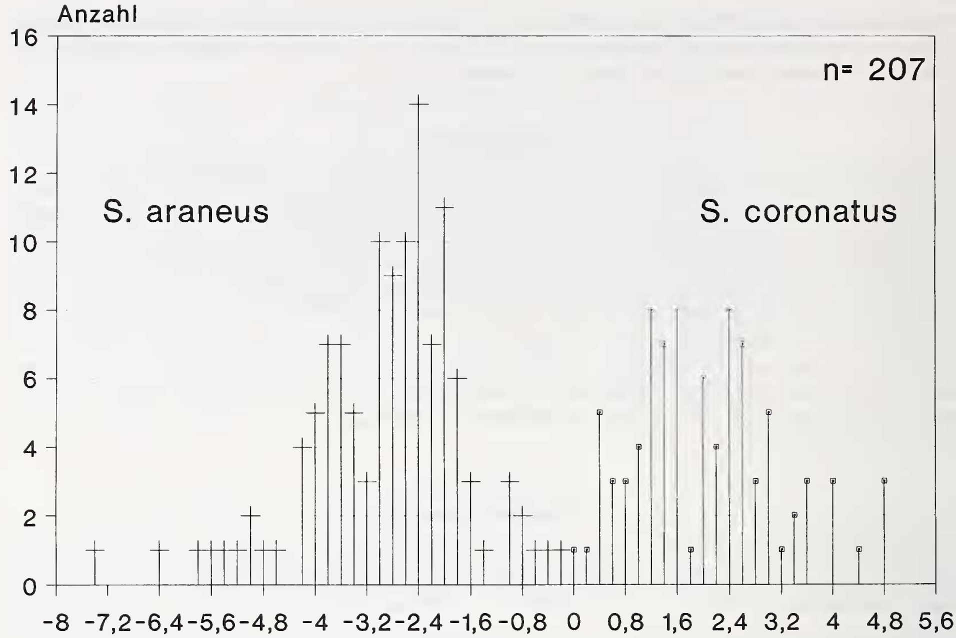


Abb. 1. Verteilung der Arten *S. araneus* und *S. coronatus* aus dem NSG Fürstenkuhle nach der auf Meßstrecken am Ober- und Unterkiefer beruhenden Diskriminanzfunktion von Turni und Müller (1996). Im Verhältnis zu Material aus Süddeutschland waren die beiden Zwillingsarten in Norddeutschland weniger gut getrennt.

nicht weiter in die Betrachtung einbezogen. Die Höhe von M_1 zur Altersabschätzung stellte sich ebenfalls als problematisch dar, da *S. araneus* gegenüber *S. coronatus* durchschnittlich größere Zähne aufweist. Dies läßt sich aus der Gegenüberstellung der Zahnhöhen mit den jeweiligen Altersklassen nach Spitzenberger (1978) ableiten (Abb. 2). Damit setzt sich die Tendenz, daß *S. araneus* in Westfalen durchschnittlich größer ist als *S. coronatus* (Hutterer und Vierhaus 1984) auch in den Zahndimensionen fort (Olert 1973). Auch dieses Maß wurde daher nicht weiter in die Abschätzung des Alters miteinbezogen. Ebenfalls gegen diese Methode spricht, daß die individuelle Variabilität oder eine etwaige Geschlechtsabhängkeit der Zahnmaße methodisch bedingt unberücksichtigt bleibt.

Bei der Altersklasseneinteilung nach Spitzenberger (1978) ergab sich das Problem, daß eine eindeutige Differenzierung zwischen den Altersklassen 1 und 2 nicht immer möglich war, da Tiere auftraten, bei denen eine Kieferhälfte keine Abnutzungsspuren aufwies, diese aber auf der anderen eindeutig zu erkennen waren. Diese Tiere wurden der Altersklasse 2 zugerechnet.

Die Waldspitzmaus zeigte in den Fängen des Jahres 1984 eine größere Kontinuität als die Schabrackenspitzmaus (Tab. 1). In den drei Monaten mit den höchsten Fangzahlen (Juni – August) waren Tiere der Altersklasse 1 bis 4 vertreten, eine Ausnahme stellte der Juli dar, in dem keine *S. araneus* aus der Altersklasse 3 gefangen wurde. Die Schabrackenspitzmaus dagegen war jeweils nur mit wenigen Einzelindividuen vertreten.

Ein ähnliches Bild vermitteln die Fänge des Jahres 1985. *S. araneus* war mehr oder weniger kontinuierlich mit allen 4 Altersklassen in den Fängen von Mai bis Oktober vertreten. Ausnahmen sind Juli, August, September und Oktober, in denen einzelne Altersklassen ausfielen. *S. coronatus* war nur mit Tieren der Altersklassen 1 und 2 vertreten.

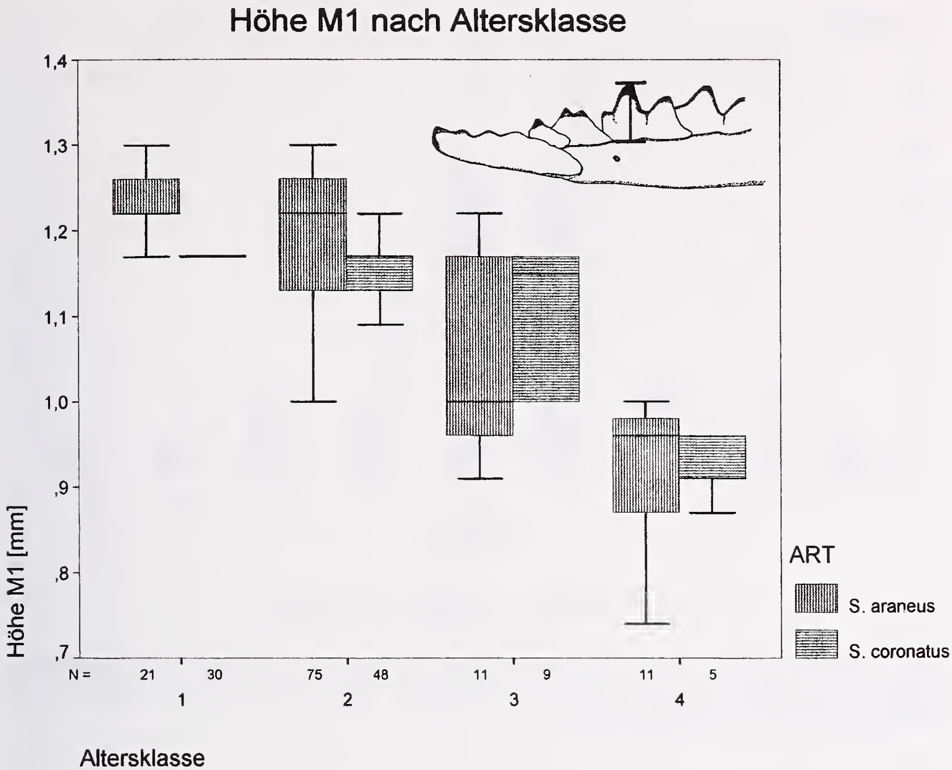


Abb. 2. Box-and-Whisker-Plot der Größe von M_1 bei *Sorex araneus* und *S. coronatus* in den unterschiedenen Altersklassen (AK) 1–4. (*S. araneus* AK 1: n = 21, AK 2: n = 73, AK 3: n = 13, AK 4: n = 11; *S. coronatus* AK 1: n = 30, AK 2: n = 49, AK 3: n = 8, AK 4: n = 5). Ein * bezeichnet Extremwerte, die mehr als das 1,5fache des Interquartilbereichs außerhalb der Box liegen. Bedingt durch unterschiedliche Zahnmaße von *S. araneus* und *S. coronatus* konnte die metrisch erfaßbare Zahnabnutzung im interspezifischen Vergleich nicht zur Altersabschätzung herangezogen werden.

Lediglich ein Tier der Altersklasse 3 wurde im Juni gefangen. Die Altersklasse 4 kam bei der Schabrackenspitzmaus in den Monaten mit den höchsten Fangergebnissen überhaupt nicht vor. Der Zuwachs von Fängen der Altersklassen 1 und 2 bei der Schabrackenspitzmaus erreicht nicht die gleiche Höhe in den Monaten Juni und Juli wie bei der Waldspitzmaus.

In den Fängen von den landwirtschaftlichen Nutzflächen aus dem Jahr 1988 zeigte *S. coronatus* eine größere Kontinuität, doch fiel diese nicht so deutlich aus, wie dies für 1984 und 1985 bei den Fängen vom Moor für die Waldspitzmaus der Fall war.

Zahlenverhältnisse der Fänge

Die Anteile von *S. araneus* und *S. coronatus* auf dem Moor und den landwirtschaftlichen Nutzflächen unterschieden sich erheblich: aus den Fallen im Bereich des Moores (1984, 1985) liegen 98 *S. araneus* und 27 *S. coronatus* vor (Verhältnis 3,6 : 1), aus den landwirtschaftlichen Nutzflächen (1988, 1989) 20 *S. araneus* und 65 *S. coronatus* (Verhältnis 1 : 3,3). Die Unterschiede in den Fangfrequenzen der beiden Arten sind in den einzelnen Jahren hochsignifikant (1984: 36 *S. a.*, 9 *S. c.*, $p = 5{,}7 \times 10^{-5}$; 1985: 62 *S. a.*, 18 *S. c.*,

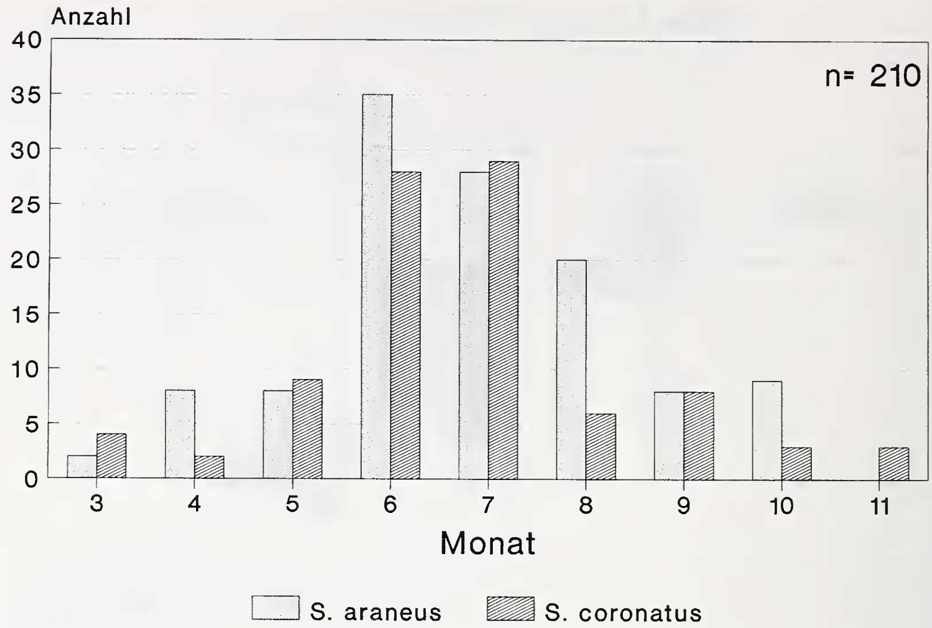


Abb. 3. Verteilung von *S. araneus* und *S. coronatus* auf die Monate in den Fängen aller Probeflächen und Jahre. Die Zwillingsarten zeigten nach dem vorliegenden Material eine weitgehend gleiche Populationsentwicklung und Oberflächenaktivität.

$p = 8{,}6 \times 10^{-7}$; 1988: 19 *S. a.*, 41 *S. c.*, $p = 4{,}5 \times 10^{-3}$; 1989: 1 *S. a.*, 24 *S. c.*, $p = 4{,}2 \times 10^{-6}$, Chi^2-Test). Ein überwiegen von *S. araneus* auf Hochmoorstandorten wurde bereits von Handwerk (1987) im belgischen Teil des Hohen Venns festgestellt.

Hinzuweisen ist auf die Verteilung der Fänge auf zwei Flächen des Jahres 1988. Während auf dem frischen Standort 14 Schabrackenspitzmäuse und nur eine Waldspitzmaus gefangen wurden, wurden auf der staunassen Fläche je 6 Individuen beider Arten gefangen (Meinig 1995 b). Die Fläche grenzt direkt an den Hochmoorrest.

Diskussion

Die artliche Zusammensetzung von Kleinsäugerzönosen entspricht bestimmten, z. T. konkurrenzbedingten Gesetzmäßigkeiten (Schröpfer 1990). Zwischen den Zwillingsarten *S. araneus* und *S. coronatus* bestehen keine oder nur geringe Größenunterschiede (Hutchinson-Indices, vgl. Schröpfer 1990). Diese können nicht dazu herangezogen werden unterschiedliche Nahrungsnischen für die beiden Arten zu vermuten, durch die eine Koexistenz möglich würde. Untersuchungen zum Nahrungsspektrum der beiden Arten im gemeinsamen Vorkommensgebiet liegen bisher kaum vor, deutliche Unterschiede lassen sich aber nicht erkennen (Braun und Kischnick 1987). Die beiden Formen stehen in Konkurrenz (Neet und Hausser 1990). Daneben spielen andere Faktoren wie Nahrungsverfügbarkeit (Pucek et al. 1993), Bodenbeschaffenheit (Bock 1988; Weidling und Stubbe 1998) oder Isolation (Meinig 1998 a) eine wichtige Rolle in der qualitativen und quantitativen Ausprägung einer Kleinsäugergemeinschaft. Weitere Faktoren, die für die Zusammensetzung des Fanges auf einer Fläche verantwortlich sind, ist die Emigration von selbstständig gewordenen Jungtieren auf der Suche nach eigenen Revieren und auch

Tab. 1. Verteilung der Altersklassen AK 1–4 von *S. araneus* (*ara.*) und *S. coronateus* (*cor.*). Auf den Moorstandorten (1984 und 1985) war *S. araneus* kontinuierlicher als *S. coronateus* mit allen 4 differenzierten Altersklassen vertreten. Umgekehrte Verhältnisse waren in den Fängen von an das Moor angegrenzten landwirtschaftlichen Nutzflächen (1988 und 1989) zu beobachten.

Jahr	Art	AK				AK				AK				AK				AK				AK				AK				AK				AK			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1984	*ara*	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	6	8	3	1	1	5	–	1	1	6	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
n = 45	*cor*	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–	–	1	–	1	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–
1985	*ara*	–	2	–	–	–	4	2	–	2	2	2	1	2	11	1	2	1	10	1	–	1	2	2	–	–	3	1	1	2	5	–	2	–	–	–	–
n = 80	*cor*	–	–	1	1	–	–	–	–	–	5	–	–	3	–	1	–	2	–	–	–	–	1	–	–	–	2	–	–	1	1	–	–	–	–	–	–
1988	*ara*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	1	–	–	2	6	–	–	3	3	–	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
n = 60	*cor*	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	4	6	–	–	7	12	–	2	–	1	–	1	–	4	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1989	*ara*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
n = 25	*cor*	–	–	–	–	–	1	1	–	-	2	–	–	5	6	–	–	3	2	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	1	1	–
Monat		März				April				Mai				Juni				Juli				August				September				Oktober				November			

das Umherstreunen älterer Tiere, die aus ihrem Revier durch ein jüngeres und/oder stärkeres Individuum verdrängt wurden.

Männliche reproduktive Tiere sind auf der Suche nach Fortpflanzungspartnern wanderfreudig. Weibliche Tiere aus dem Vorjahr besetzen dagegen stabile Reviere, teilweise verlassen sie diese jedoch, nachdem ihre Jungen selbstständig geworden sind (Angaben für *S. araneus* nach Ivanter et al. 1994). Auch durch das Fangen selbst können sich Verschiebungen in Individuenzahl und Artenzusammensetzung ergeben. Durch Fang frei gewordene Reviere können durch eine andere, die gleiche oder eine ähnliche Nische besetzende Art, okkupiert werden (vgl. Neet und Hausser 1990). Die Artenzusammensetzung einer Kleinsäugerzönose ist also nicht starr, sondern von vielen Faktoren abhängig und kann daher jahresbedingt oder saisonabhängig in gewissen Grenzen schwanken. Zur Beurteilung, ob eine ökologische Trennung der beiden konkurrierenden Arten vorliegt, ist zu berücksichtigen, daß lineare Strukturen wie Bachtäler (Ökotone, vgl. Schröpfer 1990) als Migrationswege von den Tieren genutzt werden.

Fänge aus dem Spätsommer und Herbst (Berger et al. 1992) können häufig ebenfalls kein klares Bild vermitteln. Vogel (1972) stellte für *S. araneus* eine durchschnittliche Wurfzahl von drei Würfen mit je 5,9 Jungen / Wurf fest. Zum Sommerende hin sind die Populationsdichten ausgesprochen hoch und folglich entsteht eine große Konkurrenz um neu zu besetzende Winterreviere.

Dies führt zu einer erhöhten Migration und nachfolgend großen Mortalität unter den Tieren, die kein Revier besetzen und verteidigen können (Angaben für *Sorex vagrans* und *S. obscurus* aus Hawes 1977). Untersuchungen zur ökologischen Trennung von Zwillingsarten müssen daher in Vorkommensschwerpunkten erfolgen, und in einer Jahreszeit, in der Reproduktion stattfindet und in der die territorialen Grenzen als relativ stabil angenommen werden können.

Neet und Hausser (1990) wiesen in ihrem Untersuchungsgebiet eine eng verzahnte, aber sich gegenseitig ausschließende Mikrohabitatbindung der beiden Formen nach, wobei *S. araneus* in den feuchteren Bereichen auftrat. Hausser (1978) fand isolierte Populationen von *S. araneus* inmitten von durch *S. coronatus* dominierten Bereichen. Für beide Fälle finden sich auch im Norden des gemeinsamen Verbreitungsgebietes Beispiele. Die erste Möglichkeit war im Bereich des NSG Fürstenkuhle festzustellen. Der zweite Fall war im Neandertal (Kr. Mettmann, Nordrhein-Westfalen) zu beobachten. Bei einer Langzeituntersuchung mittels Bodenfallen konnten im Tal der Düssel im Jahr 1996 kleinräumige, von der Bodenfeuchte abhängige, Schwerpunktvorkommen der beiden Arten beobachtet werden (Meinig unveröff.). Im Bereich der Mittelgebirgsschwelle des Bergischen Landes dominiert die Schabrackenspitzmaus deutlich, nur in wenigen inselhaften Populationen tritt die Waldspitzmaus auf (Meinig 1991).

Brünner und Neet (1991) fingen in der Oberrheinebene (Baden-Württemberg) *S. araneus*, an den bewaldeten Schwarzwaldhängen *S. coronatus* und schließlich auf den Schwarzwaldkuppen wieder *S. araneus*. Ähnliche parapatrische Verteilungen sind auch in Regionen anderer Mittelgebirgsschwellen nachweisbar. In der Fliedeaue (Osthessen) dominiert die Waldspitzmaus gegenüber der Schabrackenspitzmaus in den Gewöllen der Schleiereule (*Tyto alba*). Während *S. araneus* auf vielen Probeflächen nachgewiesen werden konnte, gelangen von *S. coronatus* nur wenige Fänge in einem Buchenwald in Hanglage (Meinig 1998 b). In Pieper's (1978) Material aus der gleichen Region aus Gewöllen des Waldkauzes (*Strix aluco*) überwiegt *S. coronatus*.

Im niederschlagsarmen Jahr 1989 gingen die Bestandsdichten (Anzahl Fänge / Anzahl Fangnächte × 100) im NSG Fürstenkuhle aller Kleinsäugerarten gegenüber dem Jahr 1988 von 3,6 auf 0,31 zurück. Für Wald- und Schabrackenspitzmaus war eine Abnahme von 0,89 auf 0,12 zu verzeichnen. *S. araneus* war in stärkerem Maße betroffen als *S. coronatus*. Dies stimmt mit den Beobachtungen anderer Autoren (z. B. Brünner und Neet 1991; Handwerk 1987; Hutterer und Vierhaus 1984; Kulzer et al. 1993; Meinig 1991; Neet

und HAUSSER 1990) überein, die für *S. araneus* eine größere Toleranz gegenüber hoher Bodenfeuchte angeben. Das bedeutet andererseits, daß *S. coronatus* in weniger feuchten Habitaten Standortvorteile gegenüber *S. araneus* besitzt.

Aus dem vorliegenden Datenmaterial läßt sich ableiten, daß die Besetzung eines Habitates im hier betrachteten atlantisch geprägten Klima des nordwestdeutschen Raumes durch eine der beiden Zwillingsarten nicht starr sein muß, sondern vom Witterungsverlauf des jeweiligen Jahres abhängen kann. Die prinzipiellen Faktoren für die räumliche Separation von *S. araneus* und *S. coronatus* entsprechen auch im norddeutschen Raum denen, die aus dem Süden des gemeinsamen Verbreitungsgebietes beschrieben wurden. Die Verhältnisse können ebenfalls als parapatrisch bezeichnet werden. Wie NEET und HAUSSER (1990) vermuteten, sind die Übergänge zwischen den bevorzugten Mikrohabitaten aber in ebenen Landschaften nicht so abrupt wie in der Schweiz mit einem starken Oberflächenrelief.

Danksagung

Ich danke Herrn Dr. D. GLANDT, Metelen und Herrn P. SCHÄFER, Münster, für die Überlassung des Materials, sowie Herrn Dr. R. HUTTERER, Bonn, für seine Diskussionsbereitschaft und die Durchsicht einer früheren Fassung des Manuskriptes.

Zusammenfassung

Anhand von Fängen aus Bodenfallen (Amphibienlandfallen und Barberfallen) aus dem Naturschutzgebiet Fürstenkuhle (Nordrhein-Westfalen) wird die ökologische Trennung der Zwillingsarten *Sorex araneus* und *S. coronatus* im nördlichen Teil des gemeinsamen Verbreitungsgebietes untersucht. Zur Determination wurden sowohl qualitative als auch quantitative Merkmalskomplexe des Schädels herangezogen.

Die Arten zeigten in den Bereichen ihrer jeweiligen Vorkommensschwerpunkte eine unterschiedliche Kontinuität in den Fängen. Während *S. araneus* auf Flächen mit einer hohen Bodenfeuchte während der gesamten hypergäischen Aktivitätsperiode mit allen 4 unterschiedenen Altersklassen auftrat, war das Vorkommen von *S. coronatus* auf diesen Flächen diskontinuierlicher. Auf angrenzenden trockeneren Flächen waren entgegengesetzte Verhältnisse mit einer höheren Kontinuität von *S. coronatus* zu beobachten. Die Ergebnisse werden mit Befunden aus den Bereichen verschiedener Mittelgebirgsschwellen diskutiert.

Die ökologische Separation von *S. araneus* und *S. coronatus* entspricht der, wie sie auch in der Schweiz und im süddeutschen Raum festgestellt wurde. In Norddeutschland ist die ökologische Trennung bedingt durch andere topographische Verhältnisse weniger deutlich. Die Verteilung der Zwillingsarten kann auch im betrachteten geographischen Raum als parapatrisch bezeichnet werden.

Literatur

BERGER, M.; FELDMANN, R, REHAGE, H. O.; SKIBA, R. (1992): Kleinsäugetier-Zönosen bachbegleitender Feuchtgebiete des südwestfälischen Berglandes. Abh. Westf. Mus. Naturkd. Münster **54**, 1–47.

BOCK, W. F. (1988): Die Bedeutung des Untergrundes für die Größe von Bauen des Dachses (*Meles meles*) am Beispiel zweier Gebiete Südostbayerns. Z. Säugetierkunde **53**, 349–357.

BRAUN, M.; KISCHNICK, P. (1987): Spitzmäuse und ihre Nahrung in einem Buchenwald. Carolinea **45**, 159–160.

BRÜNNER, H.; NEET, C. R. (1991): A parapatric scenery: the distribution and ecology of *Sorex araneus* and *S. coronatus* (Insectivora, Soricidae) in southwestern Germany. Z. Säugetierkunde **56**, 1–9.

BÜCHS, W. (1987 a): Zur Laichplatzökologie des Moorfrosches (*Rana arvalis* Nilsson) im westlichen Münsterland unter besonderer Berücksichtigung der Wasserqualität und ihrer Beziehung zur Verpilzung der Laichballen. In: Der Moorfrosch – Metelener Artenschutzsymposium. Ed. by D. GLANDT und R. PODLOUKY. Beih. Schriftenr. Nat.schutz Landschaftspfl. Niedersachsen **19**, 81–95.

BÜCHS, W. (1987 b): Aspekte der Populationsökologie des Moorfrosches (*Rana arvalis* Nilsson). Ergeb-

nisse der quantitativen Erfassung eines Moorfroschbestandes im westlichen Münsterland. In: Der Moorfrosch-Metelener Artenschutzsymposium. Ed. by D. Glandt und R. Podlouky. Beih. Schriftenr. Nat.schutz Landschaftspfl. Niedersachsen **19**, 97–100.

Bülow, B. v. (1989): Beitrag zur Verbreitung der Kleinsäuger im westlichen Münsterland. Natur und Heimat **49**, 17–21.

Conaway, C. H. (1952): Life history of the water shrew (*Sorex palustris navigator*). Am. Midl. Nat. **48**, 219–248.

Glandt, D.; Hartung, H.; Heuser, J.; Kaplan, K.; Muer, T. (1990): Extensivierung und Artenschutz. Praktische Maßnahmen und erste Forschungsergebnisse eines Modellprojektes im Westmünsterland (Nordrhein-Westfalen). Metelener Schriftenr. Natursch. **1**, 19–30.

Handwerk, J. (1987): Neue Daten zur Morphologie, Verbreitung und Ökologie der Spitzmäuse *Sorex araneus* und *S. coronatus* im Rheinland. Bonn. Zool. Beitr. **38**, 273–297.

Hartung, H. (1991): Untersuchungen zur terrestrischen Biologie von Populationen des Moorfrosches (*Rana arvalis* Nilsson 1842) unter besonderer Berücksichtigung der Jahresmobilität. Diss. Univ. Hamburg.

Hartung, H.; Glandt, D. (1988): Konstruktion und Betrieb spezieller Fallen zur Erfassung von terrestrisch lebenden Amphibien. Jb. Feldherpet. (Duisburg) **2,** 141–152.

Hausser, J. (1978): Répartition en Suisse et en France de *Sorex araneus* L., 1758 et de *Sorex coronatus* Millet, 1828 (Mammalia, Insectivora). Mammalia **42**, 329–341.

Hausser, J., Catzeflis, F.; Meylan, A.; Vogel, P. (1985): Speciation in the *Sorex araneus* complex (Mammalia, Insectivora). Acta Zool. Fennica **170**, 125–130.

Hawes, M. L. (1977): Home range, territoriality and ecological separation in sympatric shrews, *Sorex vagrans* and *Sorex obscurus*. J. Mammalogy **58**, 354–367.

Hutterer, R.; Vierhaus, H. (1984): Waldspitzmaus – *Sorex araneus* Linnaeus, 1758 und Schabrackenspitzmaus – *Sorex coronatus* Millet, 1828. In: Die Säugetiere Westfalens. Ed. by R. Schröpfer, R. Feldmann und H. Vierhaus. Abh. Westf. Mus. Naturkunde **46**, 54–50.

Ivanter, E. V.; Ivanter, T. V.; Makarow, A. M. (1994): The territorial and demographic structures of a Common Shrew population. In: Advances in the biology of shrews. Ed. by J. F. Merritt, G. L. Kirkland and R. K. Rose. Spec. Publ. Carnegie Mus. Nat. Hist. **18**, 89–95.

Knorre, D. v. (1998): Wie sicher können Wald- (*Sorex araneus*) und Schabrackenspitzmaus (*Sorex coronatus*) bei Gewöllanalysen erkannt werden? Natursch. u. Landschaftspfl. in Brandenburg **7**, 55–57.

Kulzer, E.; Lindeiner, A. v.; Wolters, I.-M. (1993): Säugetiere im Naturpark Schönbuch. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspfl. Bad.-Württ. **71**, 1–212.

Kürten, W. v. (1977): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 95/96 Kleve / Wesel. In: Geographische Landesaufnahme 1 : 200 000 – Naturräumliche Gliederung Deutschlands. Bonn–Bad Godesberg: Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung.

Loch, R. (1977): A biometrical study of karyotypes A and B of *Sorex araneus* Linnaeus, 1758, in the Netherlands (Mammalia, Insectivora). Lutra **19**, 21–36.

López-Fuster, M. J.; Gonsàlbez, J.; Sans-Coma, V. (1985): Presencia y distributión de *Sorex coronatus* Millet, 1828 (Insectivora, Mammalia) en el NE iberico. Public. Dept. Zool. Univ. Barcelona **11**, 93–97.

Meinig, H. (1991): Zur Verbreitung und Ökologie von *Sorex araneus* L., 1758 und *S. coronatus* Millet, 1828 (Mammalia Insectivora) im Kreis Mettmann und in der Stadt Wuppertal. Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal **44**, 5–14.

Meinig, H. (1995 a): Zum Vorkommen und zur Phänologie von Kleinsäugetieren im Naturschutzgebiet Fürstenkuhle, Westmünsterland. Säugetierkdl. Inf. (Jena) **4**, 45–59.

Meinig, H. (1995 b): Artenzusammensetzung und Aktivität von Kleinsäugergemeinschaften auf intensiv und extensiv genutzten Maisäckern sowie Maisackerbrachen des West-Münsterlandes nach Ergebnissen aus Barberfallenfängen. In: Methoden feldökologischer Säugetierforschung. Ed. by M. Stubbe, A. Stubbe und D. Heidecke. Martin-Luther-Universität Halle–Wittenberg, Wissenschaftliche Beiträge. Bd. **1**, 303–310.

Meinig, H. (1998 a): Zur Artenverarmung von Kleinsäugerzoenosen städtischer Ballungsräume. Natursch. u. Landschaftspfl. Brandenburg **7**, 42–44.

Meinig, H. (1998 b): Beitrag zur Kleinsäugerfauna (Mammalia: Insectivora, Rodentia) der Fliede-Aue. Beitr. Naturkunde Osthessen **34**, 39–53.

Meinig, H. (1999): Zur Phänologie und Artenzusammensetzung von Kleinsäugercoenosen auf Wiesen und Weiden unterschiedlicher Nutzungsintensität im West-Münsterland. Säugetierkundl. Inf. (Jena) (im Druck).

MEINIG, H.; VERWIEBE, S. (1993): Zeitsparende und kostengünstige Methode zur Mazeration von fixiertem Kleinsäugermaterial. Präparator (Bochum) **39**, 19–21.

MEISEL, S. (1961): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 83/84 Osnabrück 7 Bentheim. Bonn: Bundesanstalt Landesk. Raumforschung Bad Godesberg.

MEYLAN, A. (1964): Le polymorphisme chromosomique de *Sorex araneus* L.. Rev. suisse de Zool. **71**, 903–983.

MÜLLER-TEMME, E. (1986): Niederschläge in raum-zeitlicher Verteilung. In: Geographisch-landeskundlicher Atlas von Westfalen. Ed. by Geographische Kommission für Westfalen und Landschaftsverband Westfalen-Lippe. Münster: Lieferung 2, Doppelblatt 2.

MYS, B.; STRAETEN, E. VAN DER; VERHEYEN, W. (1985): The biometrical and morphological identification and the distribution of *Sorex araneus* L., 1758 and *S. coronatus* Millet, 1828 in Belgium (Insectivora, Soricidae). Lutra **28**, 55–70.

NEET, C. R. (1989): Evaluation de la territorialié interspécique entre *Sorex araneus* et *S. coronatus* dans une zone de syntopie (Insectivora, Soricidae). Mammalia **53**, 329–335.

NEET, C. R.; HAUSSER, J. (1990): Habitat selection in zones of parapatric contact between the Common shrew *Sorex araneus* and Millet's shrew *S. coronatus*. J. Animal Ecol. **59**, 235–25.

OLERT, J. (1973): Cytologisch-morphologische Untersuchungen an der Waldspitzmaus (*Sorex araneus* Linné, 1758) und der Schabrackenspitzmaus (*Sorex gemellus* Ott, 1968) (Mammalia Insectivora). Veröff. Univ. Innsbruck **76**, 1–73.

PIEPER, H. (1978): Zur Kenntniss der Spitzmäuse (Mammalia, Soricidae) in der Hohen Rhön. Beitr. Naturkunde Osthessen **13/14**, 157–159.

PUCEK, Z.; JEDRZJEWSKI, W.; JEDRZJEWSKA, B.; PUCEK, M. (1993): Rodent population dynamics in a primeval decidous forest (Bialowieza National Park) in relation to weather, seed crop, and predation. Acta Theriol. **38**, 199–232.

SCHÄFER, P.; HOLTMEIER, F.-K.; GLANDT, D. (1995): Auswirkungen von Extensivierungsmaßnahmen im Grünland auf Laufkäfer (Carabidae) und Wanzen (Heteroptera) am Beispiel des Naturschutzgebietes „Fürstenkuhle" (Kreis Borken/Nordrhein-Westfalen). Metelener Schriftenr. Natursch. **5**, 23–50.

SCHRÖPFER, R. (1990): The structure of european small mammal communities. Zool. Jb. Syst. **117**, 355–367.

SEARLE, J. B. (1984): Three new karyotypic races of the common shrew *Sorex araneus* (Mammalia: Insectivora) and a phylogeny. Syst. Zool. **33**, 184–194.

SPITZENBERGER, F. (1978): Die Alpenspitzmaus (*Sorex alpinus* Schinz). Mammalia austriaca 1 (Mamm., Insectivora, Soricidae). Mitt. Abt. Zool. Landesmus. Joanneum (Graz) **7**, 145–162.

TURNI, H.; MÜLLER, E. F. (1996): Unterscheidung der Spitzmausarten *Sorex araneus* L., 1758 und *Sorex coronatus* Millet, 1828 mit Hilfe einer neuen Diskriminanzfunktion. Z. Säugetierkunde **61**, 73–92.

TURNI, H.; SCHÖNHERR, R. (1994): Neue Nachweise der Schabrackenspitzmaus (*Sorex coronatus*) in Baden-Würtemberg durch Polyacrylamidgel-Elektrophorese. Z. Säugetierkunde **59**, 321–325.

VOGEL, P. (1972): Beitrag zur Fortpflanzungsbiologie der Gattungen *Sorex*, *Neomys* und *Crocidura* (Soricidae). Verh. Naturforschenden Ges. Basel **82**, 165–192.

WEIDLING, A.; STUBBE, M. (1998): Feldhamstervorkommen in Abhängigkeit vom Boden. Natursch. u. Landschaftspfl. Brandenburg **7**, 18–21.

Anschrift des Verf.: HOLGER MEINING, Haller Str. 52 a, D-33824 Werther